

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-019796

(43)Date of publication of application : 26.01.1999

(51)Int.Cl.

B23K 35/40  
C23C 4/06  
C23C 4/18

(21)Application number : 09-188993

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE

(22)Date of filing : 30.06.1997

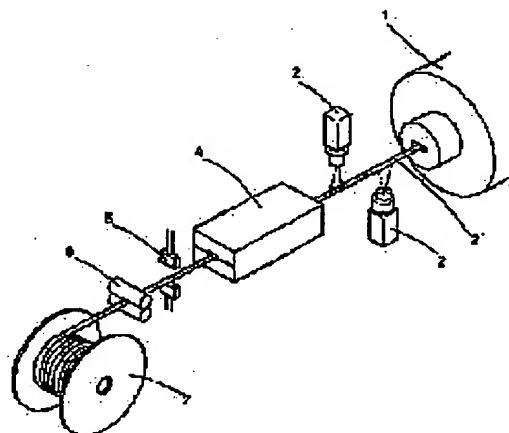
(72)Inventor : YAMAGUCHI KOICHI  
KATO OSAMU  
DOKOU TAKENOBU

## (54) MANUFACTURE OF ALUMINUM ALLOY PERFORATED FLAT TUBE WITH FILLER METAL THERMALLY SPRAYED

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a high-quality low-cost heat exchanger, which prevents generation of unwelded failure between the tube and the corrugated fin at the time of brazing, by attaching an aluminum alloy filler metal to an aluminum alloy perforated flat tube by thermal spraying and also reducing its coating thickness.

SOLUTION: An aluminum alloy filler metal is attached to the surface of an aluminum alloy perforated flat tube 3 by thermal spraying 2. The coating thickness of the filler metal powder is reduced at the time of thermal spraying by limiting the grain size and adhesion quantity of the filler metal to be used and the thermal spraying distance; the further reduction of this coating thickness becomes possible by adding a rolling process 6 after the thermal spraying; and the generation of the unwelded failure is thereby prevented in the tube and the corrugated fin. In addition, by the rolling, the grain size range is expanded for the filler metal powder available for thermal spraying; hence, the filler metal powder can be manufactured at a low cost.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.12.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 24.01.2006

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-19796

(43)公開日 平成11年(1999)1月26日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I
B 2 3 K 35/40	3 4 0	B 2 3 K 35/40 3 4 0 J
C 2 3 C 4/06		C 2 3 C 4/06
4/18		4/18

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平9-188993

(22)出願日 平成9年(1997)6月30日

(71)出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72)発明者 山口 浩一

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

(72)発明者 加藤 治

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

(72)発明者 土公 武宜

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

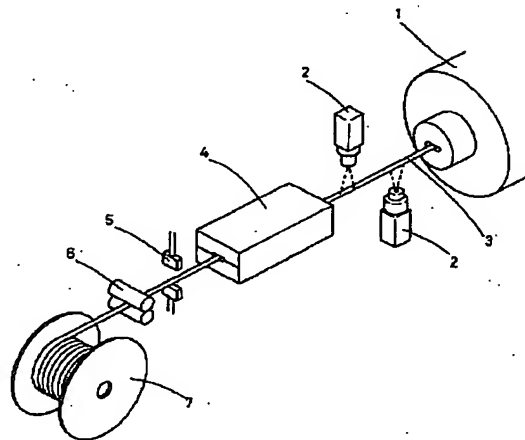
(74)代理人 弁理士 箕浦 清

(54)【発明の名称】 ろう材溶射アルミニウム合金製多穴偏平チューブの製造方法

## (57)【要約】

【課題】 本発明は、アルミニウム合金製多穴偏平チューブにアルミニウム合金製ろう材を溶射により付着させ、かつその被覆厚さの低減を図ることにより、ろう付け加工時に該チューブとコルゲートフィンの未接合不具合の発生を防止した高品質で低コストの熱交換器に関するものである。

【解決手段】 溶射(2)(2)によりアルミニウム合金製多穴偏平チューブ(3)の表面にアルミニウム合金製ろう材を付着させる。このとき使用する該ろう材粉末の粒度・付着量および溶射距離を制限することにより、溶射時の該ろう材粉末の被覆厚さの低減化を図り、かつ溶射後に圧延工程(6)を付加することにより、該ろう材粉末の被覆厚さの一層の低減化が可能となり、該チューブとコルゲートフィンの未接合不具合の発生が防止された。また、圧延により溶射に使用可能な該ろう材粉末の粒度範囲が拡大されたため、該ろう材粉末の低製造コスト化が可能となった。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 溶射法を用いて、表面にろう材被覆層を形成するアルミニウム合金製多穴偏平チューブの製造方法において、溶射後に偏平面を圧延することを特徴とするろう材溶射アルミニウム合金製多穴偏平チューブの製造方法。

【請求項2】 圧延率を3～20%の範囲とする請求項1に記載のろう材溶射アルミニウム合金製多穴偏平チューブの製造方法。

【請求項3】 溶射に使用するろう材粉末として、粒径 $20\mu\text{m}$ ～ $120\mu\text{m}$ の粉末が75%以上である請求項1又は2に記載のろう材溶射アルミニウム合金製多穴偏平チューブの製造方法。

【請求項4】 溶射距離を150mm～450mmとする請求項1～3のいずれか1項記載のろう材溶射アルミニウム合金製多穴偏平チューブの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、カーエアコン等の各種熱交換器に使用されるろう材溶射アルミニウム合金製多穴偏平チューブの製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】カーエアコン等のアルミニウム合金製の熱交換器を製造する場合、図6のように冷却媒体の流路となるアルミニウム合金製多穴偏平チューブ(10)と放熱用のアルミニウム合金製フィン(12)を、交互に多段に組み付けアルミニウム合金製ろう材を介して接合していた。

【0003】アルミニウム合金のろう付け法としては、ろう付け時にろう材を供給する「置きろう」と称する方法や、アルミニウム合金の芯材にアルミニウム合金製のろう材を圧延によりクラッドしたブレージングシートをアルミニウム合金製フィンとしてろう付けに供する方法が一般的に行われている。

【0004】またその他の方法としては、アルミニウム合金フィンはベア材とし、該フィンと押出によりろう材をクラッドしたアルミニウム合金製多穴偏平チューブと組合わせてろう付けに供するという方法がある。しかしながら熱交換器として使用するアルミニウム合金製多穴偏平チューブの場合、ポートホール押出法により製造するが、メタルの継ぎ目部にアルミニウム合金製ろう材が流入するため、押出により外表面のみに均一なアルミニウム合金製ろう材層を形成することは非常に困難となる。

【0005】そこでこのような製品の場合、従来より溶射によりろう材を被覆する方法が実施されていた。そしてカーエアコンのようにアルミニウム合金製多穴偏平チューブとアルミニウム合金製フィンを図5のように交互に多段に積層してろう付けする場合、該ろう材の被覆厚さが厚くなるとろう付け前後のろう材の溶融に伴う該チ

ューブの高さの変化量が大きくなり、この変化量がチューブの本数分積算されると、この歪みが蓄積され、熱交換器として致命的なチューブとフィンの未接合不具合が部分的に発生していた。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】このような従来より行われているろう付け法において、置きろうによる方法では、小規模なろう付け作業では有効であるが、量産ベースでの大規模なろう付け作業ではコストが高くなるという欠点がある。

【0007】また、アルミニウム合金製ろう材をクラッドしたブレージングシートをアルミニウム合金製フィン材として使用する場合、ろう付け後アルミニウム合金製フィン材表面のろう材の溶融により板厚が減少するため、ろう付け時の座屈強度を確保する必要がある。このため、アルミニウム合金製フィン材の板厚には限界があり、薄くすることによる軽量化を阻害する要因となっていた。

【0008】一方、アルミニウム合金製フィン材を軽量化するために、アルミニウム合金製フィン材をベア化し、アルミニウム合金製多穴偏平チューブ表面に溶射によりアルミニウム合金製ろう材を被覆する場合、その被覆層厚さが厚くなると、ろう付け時のろう材の溶融によりアルミニウム合金製多穴偏平チューブの高さが、アルミニウム合金製ろう材の高さ分減少する。この高さ減少量は、アルミニウム合金製多穴偏平チューブ1本当たりでは $120\sim 160\mu\text{m}$ 程度であるが熱交換器として使用する場合、30本～40本のアルミニウム合金製多穴偏平チューブを使用するため、全体では4mm～7mmの減少となる。この蓄積された高さ変化により熱交換器の一部に、該チューブと該フィン材に間隙ができる未接合不具合が発生する欠点があった。

【0009】本発明は、従来のようにアルミニウム合金製多穴偏平チューブ表面に溶射により、アルミニウム合金製ろう材を被覆しつつ、未接合不具合のない良好な熱交換器を製造するためのろう材溶射アルミニウム合金製多穴偏平チューブを提供することにある。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】前述のように、ろう付け後の未接合不具合の発生を防止するためには、ろう付け前のアルミニウム合金製多穴偏平チューブ表面のアルミニウム合金製ろう材の被覆厚さを低減させることにより達成される。その手段としては、溶射時に使用するアルミニウム合金製ろう材の粉末粒度を制限する方法と、溶射後のアルミニウム合金製多穴偏平チューブを高さ方向に圧延することにより、アルミニウム合金製ろう材を潰して、被覆厚さを低くする方法によって達成される。

【0011】即ち本発明は、溶射法を用いて表面にろう材被覆層を形成するアルミニウム合金製多穴偏平チューブの製造方法において、溶射後に偏平面を圧延すること

を特徴とするもので、この際圧延率を3~20%としたり、溶射に使用するろう材粉末として粒径 $20\mu\text{m}$ ~ $120\mu\text{m}$ の粉末を75%以上とするのは有効であり、また溶射距離は150mm~450mmが良好である。

【0012】本発明に使用する溶射用アルミニウム合金製ろう材の成分は、その用途またはろう付け方法により選択されるため、特に限定されるものではない。被溶射材であるアルミニウム合金製多穴偏平チューブの製造方法は熱間ポートホール押出法によるものでもコンフォーム押出によるものでも良く、その断面形状についても特に限定されるものではない。

【0013】アルミニウム合金製多穴偏平チューブを熱間ポートホール押出法により製造する場合、その押出比（押出ピレット断面積／（製品断面積×製品本数））が500以上となると、押出圧力上昇により、押出ダイスにかかる応力が押出ダイスの許容応力を越えるために破損が生じる。この破損を防止するには、押出の素材であるピレットを高温領域に加熱し、その変形抵抗を下げる必要がある。押出ダイスの破損がなく、良好な押出性を得るためのピレット加熱温度範囲としては $450^{\circ}\text{C}$ ~ $550^{\circ}\text{C}$ 、好ましくは $470^{\circ}\text{C}$ ~ $530^{\circ}\text{C}$ とするのが良い。

【0014】また、押出製品速度に関しては、40m/分を下まわると、生産性の低下によるコストアップおよび押出中のピレット温度低下による押詰まりや、押出圧力上昇に起因した押出ダイスの破損が生じる。逆に押出製品速度が150m/分を越えると押出時の加工発熱による押出ダイスの破損や溶射時のアルミニウム合金製ろう材の付着バラツキが生じる。したがって、適正押出速度としては40m/分~150m/分の範囲であり、好ましくは60m/分~120m/分とするのが良い。

【0015】アルミニウム合金製ろう材ワイヤーを使用するアーク溶射の場合、ろう付け用のSiと犠牲防食用のZnを含有したAl-Si-Zn系ワイヤーの製造が非常に困難なため、Zn線とAl-Si線を別個の溶射機を使用して2段階で溶射するのが好ましい。しかしながら、2段階溶射では溶射設備が倍必要となり、また溶射ラインも長くなるため、一般的にはAl-Si-Zn系の粉末を利用した溶射により製造される。

【0016】溶射に使用されるアルミニウム合金製ろう材粉末は、溶射中の詰まりによる溶射不良を防止する点から、球状であることが望ましい。また、該ろう材粉末の粒度が $20\mu\text{m}$ を下まわると、溶射時に燃焼してしまうため、ろう材としての機能を果たさなくなる。一方、粒度が $120\mu\text{m}$ を越えると、溶射後の被覆高さが高くなるため、ろう付け時の未接合不具合を防止する範囲にまで、ろう材被覆アルミニウム合金製多穴偏平チューブの高さを、圧延加工により制御することが困難となる。また、圧延加工を省略するために、該ろう材粉末の粒度を規制すると、該ろう材粉末の製造歩留りが極端に低下し、コストアップの要因となる。したがって、使用する粉末

は、粒径 $20\mu\text{m}$ ~ $120\mu\text{m}$ の粉末が75%以上で構成されるものが良好で、特に粒径が $20\mu\text{m}$ 未満のものが20wt%未満で、 $120\mu\text{m}$ を越えるものが5wt%未満とし、残（主要）部が $20\mu\text{m}$ ~ $120\mu\text{m}$ となる粒度分布を示すものが良好である。好ましくは主要部の粒度が $30\mu\text{m}$ ~ $100\mu\text{m}$ の粉末が良い。

【0017】アルミニウム合金製多穴偏平チューブに対して、アルミニウム合金製ろう材粉末の硬度が高いため、圧延前の被覆厚さを抑えることにより、圧延による該ろう材の母材（アルミニウム合金製多穴偏平チューブ）への埋め込み変形が抑制され、耐食性の低下が防止できる。したがって、該ろう材粉末の溶融を促進するような溶射条件が必要となる。次に、その溶射条件について示す。

【0018】溶射時の火炎温度に関しては、 $1500^{\circ}\text{C}$ ~ $3000^{\circ}\text{C}$ の範囲が望ましい。 $1500^{\circ}\text{C}$ を下まわると、アルミニウム合金製ろう材粉末が溶融不足の状態ではアルミニウム合金製多穴偏平チューブに接触するため、付着率が低下する恐れがある。一方、 $3000^{\circ}\text{C}$ を越えると、該ろう材粉末が過溶融状態となり燃焼してしまい、ろう材としての機能を果たさなくなる恐れがある。安定した溶融を考慮した場合、火炎温度は $2400^{\circ}\text{C}$ ~ $2900^{\circ}\text{C}$ とするのが良い。

【0019】溶射時の該ろう材粉末の粒子速度に関しては、900m/秒~2400m/秒の範囲が望ましい。900m/秒を下まわると、粒子速度が遅いためアルミニウム合金製多穴偏平チューブとの衝突エネルギーが不足し、付着率が低下したり、衝突による溶融該ろう材粒子の変形（偏平化）が抑制されることにより、被覆厚さの低減化が阻害される恐れがある。一方、2400m/秒を越えると、該ろう材が燃焼火炎中を通過する時間が短くなるために溶融不足となり、該ろう材による被覆厚さの低減化が阻害される恐れがある。したがって、該ろう材粉末の溶融を確保しつつ、衝突エネルギーによる溶融該ろう材粒子の変形を促進させるための粒子速度は、好ましくは1200m/秒~2100m/秒の範囲が良い。以上のことを踏まえた場合、適切な溶射法としては、高速ガス炎溶射が選定される。

【0020】溶射距離に関しては、150mm~450mmの範囲が望ましい。溶射距離が150mmを下まわると、該ろう材が燃焼火炎中を通過する時間が短くなるために溶融不足による付着率低下および被覆厚さの増加が発生したり、高温のガス炎によりアルミニウム合金製多穴偏平チューブが変質または最悪の場合、溶断してしまう。一方、溶射距離が450mmを越えると、溶融該ろう材粒子の温度低下および速度低下により付着率が減少し、溶射歩留りが低下する。好ましくは200mm~300mmの範囲が良い。

【0021】該ろう材粉末のアルミニウム合金製多穴偏平チューブへの付着量は $10\text{ g/m}^2$ ~ $60\text{ g/m}^2$ の範囲が望ましい。付着量が $10\text{ g/m}^2$ を下まわると、該ろう材の絶対量不足により健全なろう付けができない恐れがある。

一方付着量が60 g/m<sup>2</sup> を越えると、該ろう材の絶対量が過剰となり、コストアップや被覆厚さの増加に伴う未接合不具合が発生する恐れがある。好ましくは20 g/m<sup>2</sup> ~ 40 g/m<sup>2</sup> の範囲が良い。

【0022】溶射後の製品高さ方向の圧延率としては、3%~20%の範囲であることが望ましい。溶射後の製品の圧延率が3%未満の場合、加工量不足により該チューブに付着した該ろう材粉末の変形が促進されないため、該ろう材の被覆厚さが厚くなり、ろう付け時に該チューブと該フィンの間に未接合不具合が発生する。また、3%未満の低下率で正常なろう付けを行うために、ろう材粉末の粒度を極端に細かく制限しなければならず、粉末の製造コストがアップすると共に、アルミニウム合金の微粉による粉塵爆発の危険性が増大する。一方、溶射後の製品の低下率が20%を越える場合、加工量過多により、該チューブ自体が変形し、潰れてしまう。これにより、冷媒の流路面積が減少し、冷却能力の低下不具合が発生する。好ましくは低下率は5%~15%が良い。

【0023】溶射および圧延加工のタイミングに関しては、以下の3種類が挙げられる。

① アルミニウム合金製多穴偏平チューブ押出直後の熱間状態の内に溶射を行い、該チューブを冷却後、冷間状態で圧延加工を行う方法。

② アルミニウム合金製多穴偏平チューブ押出直後の熱間状態の内に溶射を行いその熱間状態のまま圧延加工を行う方法。

③ アルミニウム合金製多穴偏平チューブ押出・冷却・溶射後、圧延加工を行う方法。

【0024】但し、上記③の場合は、溶射時に該チューブは冷間状態であるため、溶射時の該ろう材の熱エネルギーが該チューブに瞬時に吸収されるため、付着率が極端に低下する。したがって、この付着率を上げるために、溶射直前に該チューブを200℃~600℃、好ましくは300℃~550℃に再加熱するか、冷間状態のまま溶射を行うのであれば、前処理としてショットブラスト加工またはブラッシング処理を行う必要がある。また、この場合、前述の前処理装置と溶射装置は、押出機と直結せずに未溶射状態で該チューブを巻き取り、その後、オフラインで前処理および溶射を行っても良い。

【0025】上記3種類の方法のうち、生産効率、ろう材の付着率およびろう材溶射アルミニウム合金製多穴偏平チューブの寸法精度を考慮した場合、①の方法が最も有効である。

【0026】前述①の製造ラインの構成は、図1に示すように押出機(1)のなるべく近傍に溶射ガン(2)を配置する。これはアルミニウム合金製多穴偏平チューブ(3)の温度低下を抑えることにより、アルミニウム製ろう材粉末(4)の熱エネルギーの損失を防ぎ、該ろう材粉末の付着率を向上させるためである。溶射後の該チューブ(3)は連続巻き取りを行うために、冷却槽

(4)により水冷される。水冷後の該チューブ(3)を表面に水分が付着した状態で巻き取ると腐食が発生するため、エアーノズル(5)のエアーの圧力により表面の水分を除去する。その後、圧延機(6)を通過させ、所定の被覆厚さに圧延加工を施し、スプール(7)に巻き取る一連の工程となる。

【0027】前述②の製造ラインについては、図2に示すように、溶射ガン(2)と冷却槽(4)の間に圧延機(6)を配置したライン構成となる。

【0028】前述③の製造ラインについては、オンラインで実施する場合は、図3に示すように、エアーノズル(5)と巻き取り機の間にショットブラスト(またはブラッシング・再加熱ヒーター)装置(8)と溶射ガン(2)を配置する。また、オフラインで実施する場合、図4に示すように、押出・巻き取り後のスプール(7)から溶射後の該チューブ(3)をアンコイルしながらショットブラスト(またはブラッシング・再加熱ヒーター)装置(8)と溶射ガン(2)を通過させ、再巻き取り用スプール(9)にコイル状に巻き取るライン構成となる。溶射の方向としては、該チューブ(3)を水平方向に押出す場合は、上下方向から溶射を行い、垂直方向に押出す場合は、左右方向から溶射を行う。

【0029】本発明では、溶射されるろう材粉末の粒度を制限することにより、絶対的な平均粒度を低下させ、また溶射後の該チューブ面を圧延加工することにより、付着した該ろう材粉末が押し潰されるため、さらに被覆高さを低下させ、かつ緻密性を向上させたものである。以上のことより、被覆厚さの絶対値が相対的に薄くなるため、ろう付け前後の該ろう材粉末被覆層の溶融による該チューブ高さの変化量が小さくなり、未接合部の発生によるろう付け不具合が防止される。さらに、この圧延加工工程を付加したことにより、使用可能な該ろう材粉末の粒度範囲が拡大されるため、粉末の製造コストの低減も図られる。

【0030】

【実施例】アルミニウム合金製多穴偏平チューブとしてJIS 1050A1合金(A1:99.5wt%以上)で、その外形寸法が幅16mm×高さ1.8mmの押出材を、図1に示す工程で製造した。即ち該チューブ(3)は押出機(1)により押出された後、溶射ガン(2)により該ろう材粉末を被覆される。溶射ガン(2)は、該ろう材粉末の付着率を向上させるために、該チューブ(3)に対して鉛直方向に配置した。溶射の完了した該チューブ(3)は冷却槽(4)により水冷された後、エアーノズル(5)により表面の水分を除去し、圧延機(6)により所定の高さに圧延され、スプール(7)に巻き取られる。溶射ガン(2)は高速ガス炎溶射用のものを使用した。この溶射ガン(2)は、燃焼用ガスとして酸素とプロピレン(プロパンでも可)の混合ガスを使用し、この燃焼火炎中に窒素をキャリアガスとして移送されてきた該ろう材粉末

を、圧縮空気により高速化して通過させることにより、該チューブ(3)の表面に付着させるものである。

【0031】前述の構成の装置により、溶射条件を表1のように種々変更し、さらに溶射後の圧延加工率を表2のように変えてろう付けを行い、ろう付け後の未接合不具合の発生状況について調査した結果を表2に示す。なお、このときの該ろう材粉末はAl-12wt%Si-5wt%Znを使用した。

【0032】未接合不具合の試験方法は、前述のそれぞれの条件により製造したろう材溶射アルミニウム合金製多穴偏平チューブを図5および図6に示すようなマルチフロータイプの熱交換器に組み立てた後、窒素雰囲気炉でろう付け処理を行った。アルミニウム製ろう材溶射チューブ(10)は、両端を1組のヘッダー管(11)により拘束されており、各チューブ(10)に接するコルゲート

フィン(12)は、チューブ(10)がろう材溶射材であることから、JIS 1050A1合金のベア材とした。ヘッダー管(11)はJIS 1050A1合金の両面にろう材をクラッドした3層材を使用した。また、フラックスに関しては、懸濁液として噴霧により各接合部に付着させ、乾燥させた後、窒素雰囲気炉で600℃×5分の加熱条件でろう付けを実施した。ろう付け性の評価方法としては、ろう付け加熱後の熱交換器を分解し、コルゲートフィン(12)のフィレット部を残して全てのフィンを除去し、フィレットの形成が完全なフィン山の数を全フィン山数の比率で示したものを接合率として表し、各条件での比較を行った。これら各条件での実験結果を表2に示す。

【0033】

【表1】

サンプル No.	溶射に関する条件				
	溶射距離 (mm)	粉末供給量 (g/分)	粉末付着量 (g/㎡)	粉末平均粒径 (μm)	粉末粒度範囲 (μm)
本 発 明 例	1	35	28.4	40	20 ~ 60
	2		27.5		
	3		28.2	100	80 ~ 120
	4		28.0		
	5	70	58.3	40	20 ~ 60
	6		57.5		
	7		58.1	100	80 ~ 120
	8		57.7		
	9	35	15.5	40	20 ~ 60
	10		14.0		
	11		14.1	100	80 ~ 120
	12		14.5		
	13	70	23.9	40	20 ~ 60
	14		22.2		
	15		24.2	100	80 ~ 120
	16		22.8		
比 較 例	17	35	28.3	40	20 ~ 60
	18		27.1	100	80 ~ 120
	19		28.1	140	120 ~ 160
	20		28.8	140	120 ~ 160
	21	70	8.9	40	20 ~ 60
	22		8.3	100	80 ~ 120

【0034】

【表2】

サンプル No.		溶射後の 圧延加工率 (%)	ろう材被覆厚さ		フィン 接合率 (%)	判 定
			溶射後 ( $\mu\text{m}$ )	圧延後 ( $\mu\text{m}$ )		
本 発 明 例	1	5	44.1	30.9	100.0	○
	2	18	43.8	21.9	100.0	○
	3	5	82.2	57.5	95.6	○
	4	18	91.5	45.8	98.5	○
	5	5	42.1	29.5	99.4	○
	6	18	40.3	22.8	100.0	○
	7	5	96.3	69.3	96.2	○
	8	18	98.1	49.1	97.9	○
	9	5	45.4	31.8	98.7	○
	10	18	44.3	22.2	99.0	○
	11	5	85.5	59.9	95.3	○
	12	18	86.2	43.7	98.1	○
	13	5	43.5	31.9	98.5	○
	14	18	45.6	24.3	99.3	○
	15	5	98.1	57.4	95.4	○
	16	18	97.3	48.7	96.0	○
比 較 例	17	0	40.5	40.5	96.3	○
	18	0	95.3	95.3	62.1	×
	19	18	145.0	75.8	75.1	×
	20	25	142.9	65.9	69.8	座屈
	21	5	40.8	25.1	69.8	×
	22	18	88.9	43.7	67.2	×

【0035】なお表2中「圧延加工率」とは次式により求めた。

$$\text{圧延加工率} = \frac{\text{圧延前後のチューブの偏平面間の高さの変化量} \times 100}{\text{圧延前のチューブの偏平面間の高さ}}$$

また表2中の「ろう材被覆厚さ」とはチューブ面に対してろう材の被覆厚さが最も大きい位置の厚さ寸法である。

【0036】熱交換器としての機能を確保するには、95%以上のフィン接合率が必要となる。表2の結果からわかるように、本発明での溶射および圧延条件の範囲内のもは、前記接合率を満足することが確認された（本発明例 No.1～No.16）。また、ろう材粉末の粒度範囲を本発明の下限に近づけることにより（比較例No.17）、圧延加工無でも接合率を満足するが、上限側の粉末粒度のもの（比較列No.18）が使用できないため、ろう材の微粉化により粉末の製造コストが増加することから、経済的に量産性に欠ける製造法となってしまう。また、粉末粒度の上限を越える粉末を使用（比較例 No.19, No.20）するために、圧延時の加工率を上げると、偏平多穴チューブ自体が圧延加工に耐えきれずに、中柱が座屈変形するという不具合が発生することが確認された（比較例 No.20）。さらに溶射距離を500mmとした場合、ろう材の被覆厚さは、溶射された粉末の粒径により決定されるの

で、溶射距離が300mmおよび400mmの場合とほぼ同一であるが、ろう材粉末の付着歩留りが悪く、付着密度が小さいために、ろうの絶対供給量が不足し、ろう付け性が低下する（比較例 No.21, No.22）。以上の結果から、ろう材溶射後に圧延加工を付加することにより、粉末の使用粒度範囲の拡大による粉末のコストダウンを図りつつ、多穴偏平チューブとフィン材の接合状態に優れた熱交換器の製造が実現できることがわかる。

【0037】

【発明の効果】このように本発明によれば、溶射に使用するアルミニウム合金製ろう材の粒度・付着量および溶射距離条件を規制することにより、アルミニウム合金製多穴偏平チューブに溶射により被覆する際の厚さを低減し、かつ溶射後に圧延工程を付加することにより、より一層の被覆厚さの低減が可能となった。また、圧延により球状面となっている該ろう材粉末が平面化することにより、コルゲートフィンとの接触面積が増加するため、安定したろう付けが可能となる。したがって、アルミニウム合金製多穴偏平チューブに低被覆率のアルミニウム

合金製ろう材層を形成させることにより、該チューブとコルゲートフィンの未接合不具合の発生を防止することが可能となった。一方、圧延工程の付加により、該ろう材粉末の使用可能粒度範囲を拡大することが可能となり、該ろう材粉末の製造コストの低減が実現された。以上のことより、ろう付け接合性が良好で高品質かつ低コストの熱交換器の提供が可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のオンライン溶射法における押出・溶射・冷却・圧延・巻き取りの工程順に製造する場合の概略構成の斜視図。

【図2】本発明のオンライン溶射法における押出・溶射・圧延・冷却・巻き取りの工程順に製造する場合の概略構成の斜視図。

【図3】本発明のオンライン溶射法における押出・冷却・表面処理・溶射・圧延・巻き取りの工程順に製造する場合の概略構成の斜視図。

【図4】本発明のオフライン溶射法におけるアンコイル・表面処理・圧延・再巻き取りの工程順に製造する場合の概略構成の斜視図。

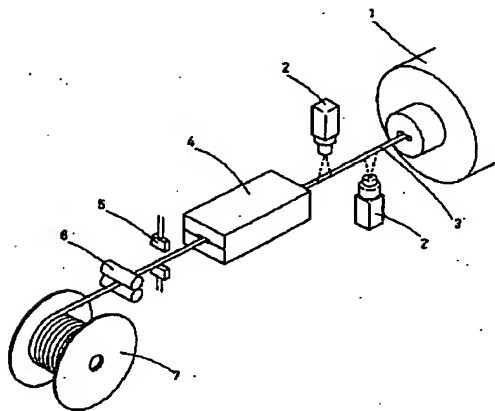
【図5】ろう付け性確認のために製作したマルチフロータイプのアルミニウム合金製熱交換器の正面図。

【図6】熱交換器におけるアルミニウム合金製多穴偏平チューブとコルゲートフィンの組付け構成を示した斜視図。

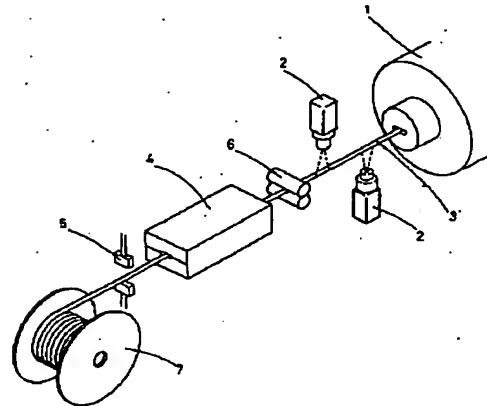
【符号の説明】

- 1 押出機
- 2 溶射ガン
- 3 アルミニウム合金製多穴偏平チューブ
- 4 冷却槽
- 5 エアーノズル
- 6 圧延機
- 7 スプール
- 8 ショットブラスト（またはブラッシング・再加熱ヒーター）装置
- 9 再巻き取りスプール
- 10 ろう材溶射アルミニウム合金製多穴偏平チューブ
- 11 ヘッダー管
- 12 コルゲートフィン

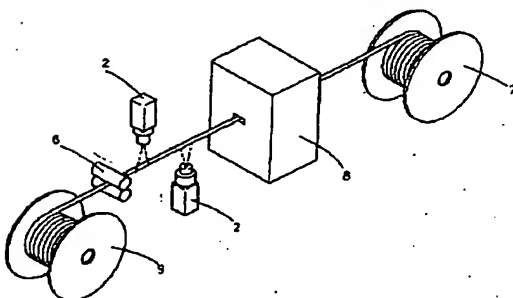
【図1】



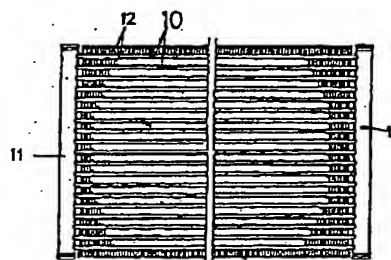
【図2】



【図4】

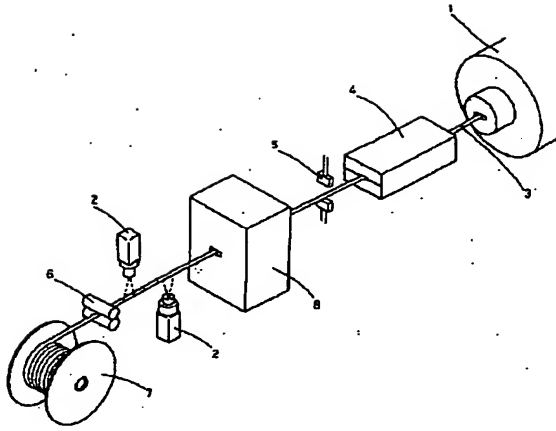


【図5】





【図 3】



【図 6】

